

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra částí a mechanismů strojů

Ruční kultivátor půdy

Hand Tiller

Vypracoval: Radek Čermák

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Šárka Hurníková, Ph.D.

Ostrava 2015

Zadání bakalářské práce

Student:	Radek Čermák
Studijní program:	B2341 Strojírenství
Studijní obor:	2302R010 Konstrukce strojů a zařízení
Specializace:	40 Konstrukce strojních dílů a skupin
Téma:	Ruční kultivátor půdy Hand Tiller

Zásady pro vypracování:

Navrhněte mechanický ruční kultivátor půdy na malé plochy zahrady a polí. Navržený kultivátor by měl mít jednoduchou konstrukci a snadnou ovladatelnost. V rámci práce proveďte rešerši podobných zařízení.

Technické parametry:

- délka: max. 1300 mm
- šířka: max. 640 mm
- výška: max. 1000 mm
- průměr kola: max. 600 mm
- hmotnost stroje: do 12 kg
- maximální hloubka zpracování půdy: 60 mm
- šířka pracovního záběru: 260 až 380 mm.

Nakreslete sestavu kultivátoru a výrobní výkres vybraného dílu.

Seznam doporučené odborné literatury:


1. BOLEK, A.; KOCHMAN, J.: *Části strojů 1*. Praha: SNTL, 1990. 775s. ISBN 80-03-00046-7.
2. BOLEK, A.; KOCHMAN, J.: *Části strojů 2*. Praha: SNTL, 1990. 707s. ISBN 80-03-00046-8.
3. DEJL, Zdeněk.: *Konstrukce strojů a zařízení I: Spojovací části strojů. Návrh, výpočet, konstrukce*. 1. vydání. Ostrava: Montanex a.s., 2000. 225 s. ISBN 80-7225-018-3.
4. DRASTÍK, František a kol.: *Strojnické tabulky pro konstrukci i dílnu*. 2. dopl. vyd. Ostrava: Montanex a.s., 1999. 722 s. ISBN 80-85780-95-X.
5. KRÍŽ, R., VÁVRA, P.: *Strojírenská příručka*. 1. vyd. Praha: 1993-1998. 8 svazků.
6. NĚMČEK, M.: *Řešené příklady z částí a mechanismů strojů, spoje*. Druhé vydání Skripto VŠB-TU Ostrava, 2008, ISBN 978-80-248-1782-8, 111 s.
7. Fotodokumentace (elektronická).
8. Firemní katalogy, prospekty, normy a www-stránky s danou problematikou.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Šárka Hurníková, Ph.D.**

Datum zadání: 13.12.2014

Datum odevzdání: 18.05.2015



prof. Dr. Ing. Miloš Němček
vedoucí katedry

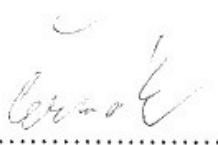


doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Prohlášení studenta:

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě 18. 5. 2015

.....


podpis studenta

Prohlašuji, že:

- byl jsem seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 SB. – autorský zákon, zejména §35 + užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavře licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohou jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 SB., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě 18.5.2015

.....
.....

podpis studenta

Radek Čermák

Veselí nad Moravou, Milokoš, V Dědině č. 2, 698 01

Anotace

ČERMÁK, R. Ruční kultivátor půdy: Bakalářská práce. Ostrava : VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra částí a mechanismů strojů, 2015, 58 s. Vedoucí práce: Hurníková, Š.

Cílem této bakalářské práce je návrh a konstrukce ručního kultivátoru půdy pro malé plochy zahrad a polí, který slouží na kultivaci půdy od jejího narušení až po možné přeorání. Tím lze nahradit a usnadnit práci s některými ručními nástroji jako je motyka, rýč, kypřič půdy, prořezávač mechu, sběrač listí a dalších. Práce je tedy zaměřena na přehled vyráběných ručních kultivátorů na trhu v České republice i v zahraničí, jejich vlastnosti a samotným konstrukčním návrhem ručního kultivátoru jako celku, který by měl být jednoduše navržen pro snadnou a levnou výrobu, a také by samozřejmě měl mít snadnou ovladatelnost.

Annotation

ČERMÁK, R. Hand Tiller: Bachelor Thesis. Ostrava : VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Machine Parts and Mechanism, 2015, 58 p. Thesis head: Hurníková, Š.

The aim of this thesis is the design and construction manual disking the soil surface for small gardens and fields, which are used to cultivate the land from its violation to be plowed. This can replace and easier to work with some hand tools such as hoe, spade, hoe soil, moss pruner, leaf collector, and others. Work is focused on an overview produced hand cultivators on the market in the Czech Republic and abroad, their properties and the actual structural design of hand cultivator as a whole, which should be easily designed for easy and inexpensive manufacturing, and would of course have easy maneuverability.

Obsah

Seznam použitých symbolů	8
Úvod	9
1 Přehled ručních kultivátorů	10
1.1 Popis	10
1.2 Ruční kultivátory na českém trhu	13
1.3 Koňské pluhy – předchůdci ručních kultivátorů	16
2 Vlastní návrh	17
2.1 Volba konstrukčního řešení	17
2.2 Konstrukce a kontrola kola	18
2.3 Návrh rámu	19
2.4 Nože	20
3 Výpočty	22
3.1 Výpočet síly F	22
3.2 Výpočet hřídele (šroubu)	23
3.3 Výpočet svarových spojů	25
3.4 Výpočet šroubového spoje – u nožů	26
3.5 Výpočet ohybového momentu nožových držáků	27
3.6 Výpočet vzpěru.....	28
4 Závěr	31
Použitá literatura	32

Seznam použitých symbolů

Označení	Název	Jednotka
a	Účinná délka svaru	[mm]
b, s_1	Šířka	[mm]
d	Průměr	[mm]
g	Gravitační konstanta	[N/kg]
h, l	Délka	[mm]
k_3	Převodní součinitel	[-]
m	Hmotnost	[kg]
n	Konstanta pro vzpěr	[-]
p	Tlak	[MPa]
p_D	Dovolený tlak	[MPa]
E	Modul pružnosti	[MPa]
F	Síla	[N]
M_o	Ohybový moment	[N.mm]
S	Plocha	[mm ²]
W_o, W_{o_y}	Modul průřezu v ohybu	[mm ³]
λ_ξ	Štíhlostní poměr	[-]
λ_M	Mezní štíhlost	[-]
σ	Normálové napětí	[MPa]
σ_{Dov}	Dovolené normálové napětí	[MPa]
σ_U	Mez úměrnosti materiálu	[MPa]
τ_{svaru}	Smykové napětí svaru	[MPa]
$\tau_{Dovsvaru}$	Dovolené smykové napětí svaru	[MPa]

Úvod

V dnešní době, stejně jako tomu bylo i v minulosti, se lidé starají o svá pole. Dříve byla pole zdrojem obživy, teď slouží k doplnění čerstvé zeleniny v naší kuchyni. Jenomže tyhle malé políčka je nutné poorat (obrátit a nakypřit zem) a je zbytečné kvůli nim kupovat drahou a těžkou techniku. Proto lidé začali vymýšlet malé ruční kultivátory půdy, které si snadno mohli vyrobit i doma.

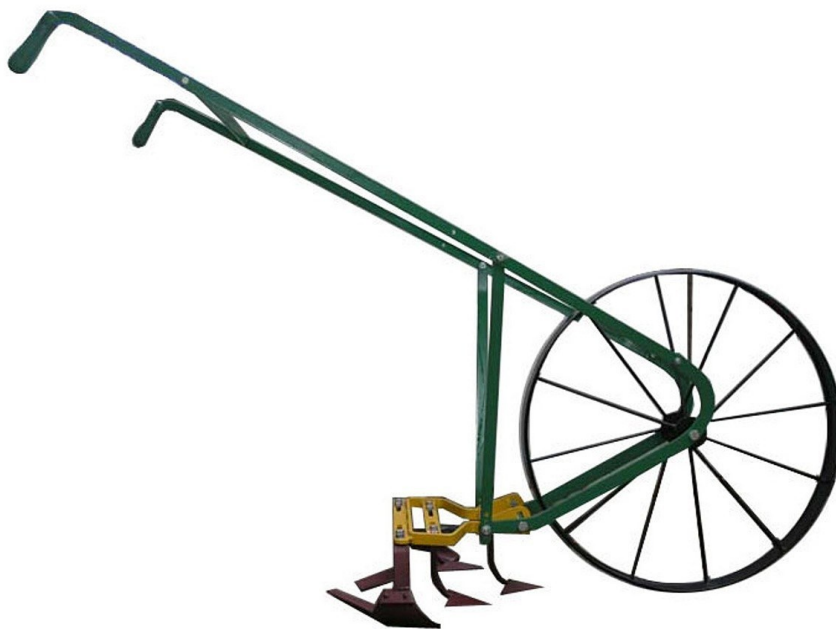
Cílem této bakalářské práce je provést rešerži ručních kultivátorů pro malé plochy zahrad a polí, dostupné na našem trhu i v zahraničí. Následně navrhnout vlastní kultivátor s jednoduchou konstrukcí a jednoduchou ovladatelností. Kultivátor musí mít tyto parametry:

- délka: max. 1300 mm
- šířka: max. 640 mm
- výška: max. 1000 mm
- průměr kola: max. 600 mm
- hmotnost stroje: do 12 kg
- maximální hloubka zpracování půdy: 60 mm
- šířka pracovního záběru: 260 až 380 mm

1 Přehled ručních kultivátorů

1.1 Popis

Ruční kultivátory se skládají ze tří základních dílů. Jednotlivé díly na obr. 1.1



Obr. 1.1 – Ruční kultivátor

- kolo
- rám
- nože

Tyto tři díly tvoří celek kultivátoru. U kola je důležitá výroba a dále jeho uložení a zajištění. Rám je většinou ohnut a sešroubován, popřípadě svařen, někdy je spojen i kombinací těchto metod. Nože jsou v nejspodnější části kultivátoru. Většina jsou vyměnitelné pro různé práce s půdou.

Kolo

Má funkci vedení stroje po poli. Vyrábějí se ve dvou provedeních, ke kterým můžeme připočítat ještě domácí výrobu

- odlitím (obr. 1.2)
- odlitím a navařením zbylých částí
- kolo z cyklistického kola (obr. 1.3)



Obr. 1.2 - kolo vyrobené odlitím

Při domácí výrobě můžeme kolo nahradit jednoduchým předním kolem z cyklistického kola.



Obr. 1.3 – náhrada cyklistickým kolem

Uložení kola

Uložení musíme zvolit vhodně k plynulému chodu ručního kultivátoru. Uložit kolo můžeme pomocí ložisek nebo pomocí trubky na hřídeli.

Uložení pomocí ložisek je velmi kvalitní, ale pro ruční kultivátor půdy zbytečné, protože by uložení bylo zbytečně nákladné a do polních podmínek nevhodné (nečistoty vniklé do ložisek v našem, případě je to hlína).

Uložení pomocí trubky na hřídeli je nejčastěji využívané, protože není nákladné. V trubce se nechá nepatrná vůle pro mazání a snadné protočení (proklouzávání) šroubu či hřídele. Toto uložení je nejsnadnější a pro tento účel nejpoužívanější.

Kolo je třeba zajistit pomocí čepového spojení, nebo pomocí silového spojení šroubového spoje nebo pomocí tvarového spojení šroubového spoje.

Rám

Rám slouží jako nosná konstrukce nožů i kola. Dále slouží jako tlačná konstrukce, do které se využitím vlastní (sedlákovi) síly zabírá k rozpohybování stroje, tudíž kultivaci půdy.

Nože

U ručních kultivátorů půdy máme různé radlice, radličky a nože (obr. 1.4). Volí se podle způsobu obdělávání půdy (kypření, orání, přeorávání celkovému zkvalitnění a provzdušnění půdy).



Obr. 1.4 – různé provedení nožů a radlic

1.2 Ruční kultivátory na českém trhu

Na českém trhu je jen málo firem zabývajících se výrobou ručních kultivátorů půdy s vlastní tažnou silou. Většinou nalezneme kultivátory s elektrickým nebo motorovým pohonem. Na vesnicích se k přeorání polí ještě používají koňské pluhy, které jsou vlastně předchůdci ručních kultivátorů.

Tab. 1.1 Nalezené ruční kultivátory na českém trhu

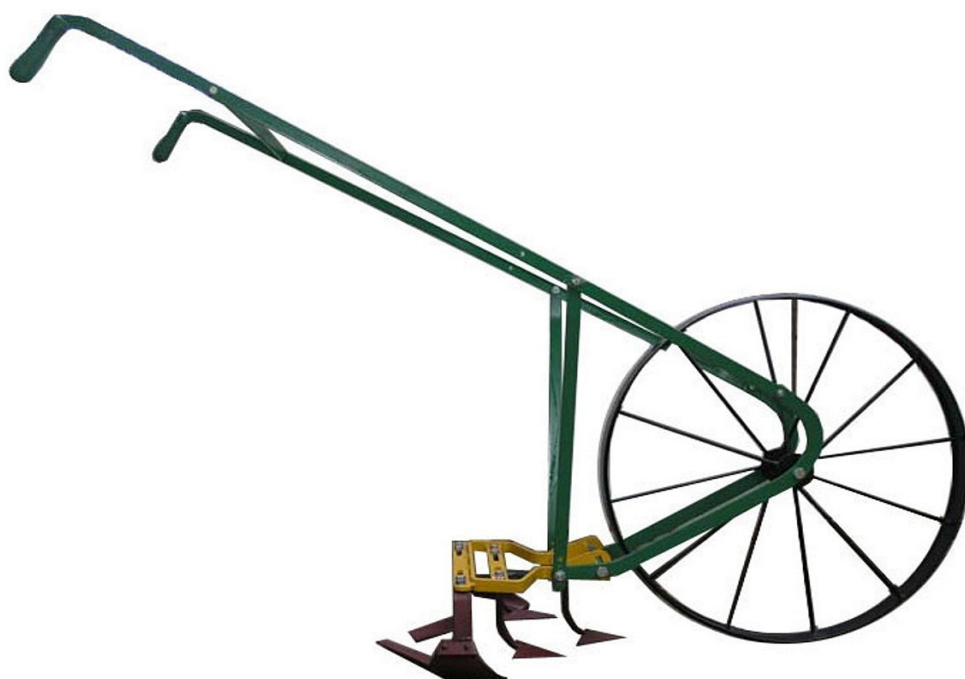
	Ruční plečka pojízdná (obr. 1.5)	Kultivátor ruční plečka a oborávač JTP-93 (obr. 1.6)
Celková délka	1 550 mm	1 300 mm
Šířka	460 mm	640 mm
Výška	Nedá se určit	1000 mm
Průměr kola	270 mm	600 mm
Hmotnost stroje	2,6 kg	11 kg
Max. hloubka zpracování stroje	100 mm	60 mm
Cena	926 Kč	3 925 Kč

Tab. 1.2 Ruční kultivátory ze zahraničí

	High-Wheel Cultivator (obr. 1.7)	Cultivator 6500 (obr. 1.8)
Průměr kola	240 mm	240 mm
Konstrukce rámu	Ocel/dřevo	Ocel
Hmotnost stroje	10kg	9kg
Nastavitelná rukojeť	Ano	Ne
Přílohy	Ano	Ano
Cena	\$149.95	\$ 92,99



Obr. 1.5 - Ruční plečka pojízdná



Obr. 1.6 - Kultivátor, ruční plečka a oborávač JTP-93



Obr. 1.7 - High-Wheel Cultivator



Obr. 1.8 - Cultivator 6500

1.3 Koňské pluhy – předchůdci ručních kultivátorů

Koňské pluhy byly předchůdci ručních kultivátorů. Z jejich nejrůznějších konstrukcí na obdělávání půdy vzešly prvotní domácí ruční kultivátory. Změny, které zde nastaly, jsou především ve váze stroje, jeho ovladatelnosti a použití koňské tažné síly namísto lidské tlačné. Některé koňské pluhy mají podobu nynějších ručních kultivátorů (obr. 1.9, 1.10, 1.11).



Obr. 1.9



Obr. 1.10



Obr. 1.11

2 Vlastní návrh

V této kapitole se budu věnovat vlastnímu návrhu svého ručního kultivátoru a jeho kontrole jeho jednotlivých částí

2.1 Volba konstrukčního řešení

Při volbě svého řešení jsem pozoroval dříve uvedené kultivátory. Pracují oba dva na stejné bázi, jenom se odlišují v konstrukci. Dále se musím řídit pokyny zadané práce, proto jsem zvolil řešení našeho domácího ručně vyrobeného kultivátoru (obr. 2.1). Konstrukce řešení je opět podobná liší se především noži na kultivaci půdy.



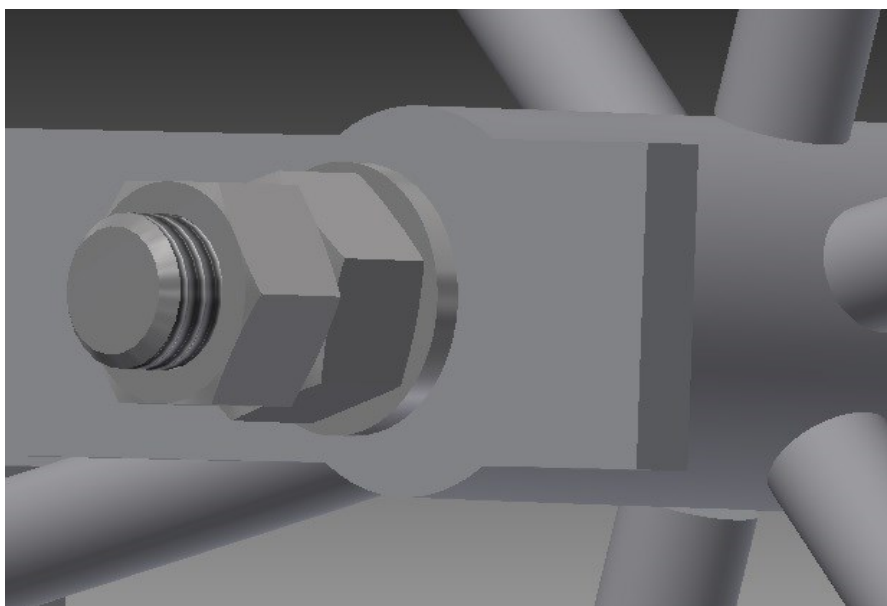
Obr. 2.1 – domácí ruční kultivátor

2.2 Konstrukce a kontrola kola

Navržené kolo je vyrobeno z pásoviny a 6 vzpěr (špicí). Špice slouží ke svarovému spojení trubka – špice – kolo, dále slouží k vycentrování trubky na střed kola. Kolo je uloženo v systému trubka hřídel (obr. 2.2). K rámu je připevněné pomocí hřídele (šroubu), která má na konci dvě matice. Jednu obyčejnou a přítužnou (kontra) matici (obr. 2.3).

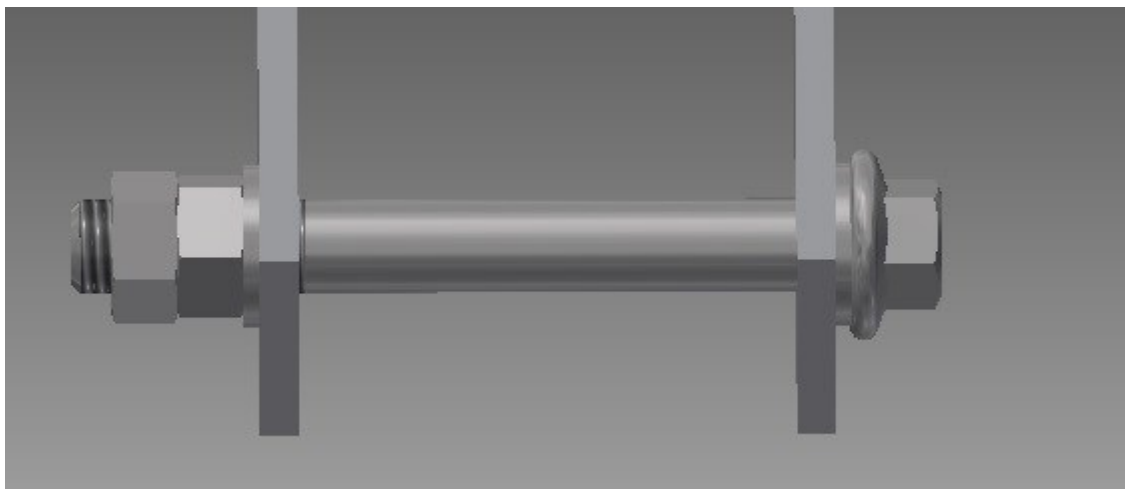


obr. 2.2 – kolo uložené systémem trubka, hřídel



obr. 2.3 – zajištění pomocí kontra matice

Tolerance trubky a hřídele je G. Mezi trubicou a hřídelí (v mém případě šroubem) je malá vůle, jen pro přidání maziva a dále proto, aby mělo kolo schopnost se otáčet. Zde budeme kontrolovat šroub na otláčení a ohyb (obr. 2.4).



Obr. 2.4 – kontrolovaný šroub

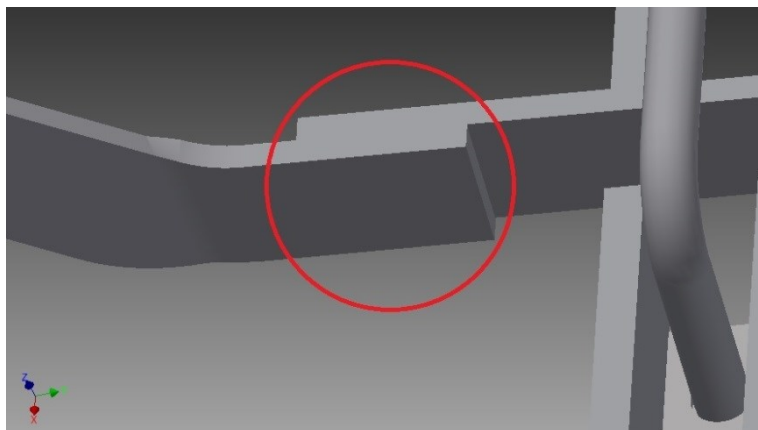
2.3 Návrh rámu

Rám tvoří celkem sedm částí z klasické oceli, jejichž některé části jsou ohnuty, a následně svařeny nebo přišroubovány k sobě. Šest částí z toho je tvořeno z pásovin a jedna je z kulatiny (obr. 2.5).

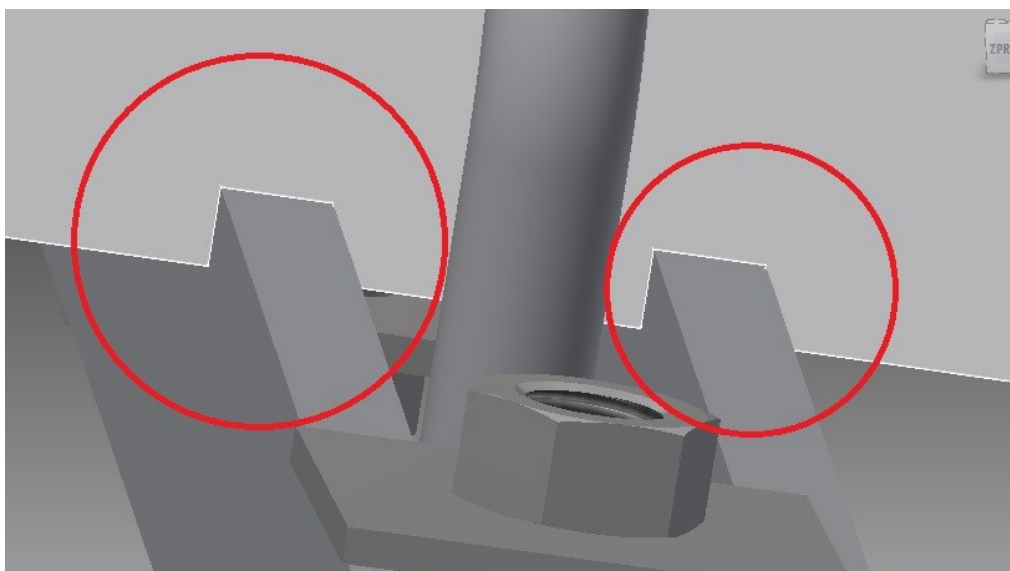


obr. 2.5 - rám

Dále na rámu nalezneme dvě dřevěné rukojeti, které jsou na konstrukci naraženy a přilepeny. Na rámu musíme zkontrolovat svary zda-li vydrží. Kontrolované místa budou dvě. Můžeme je vidět na (obr. 2.6, 2.7).



Obr. 2.6 – první kontrolovaný svar



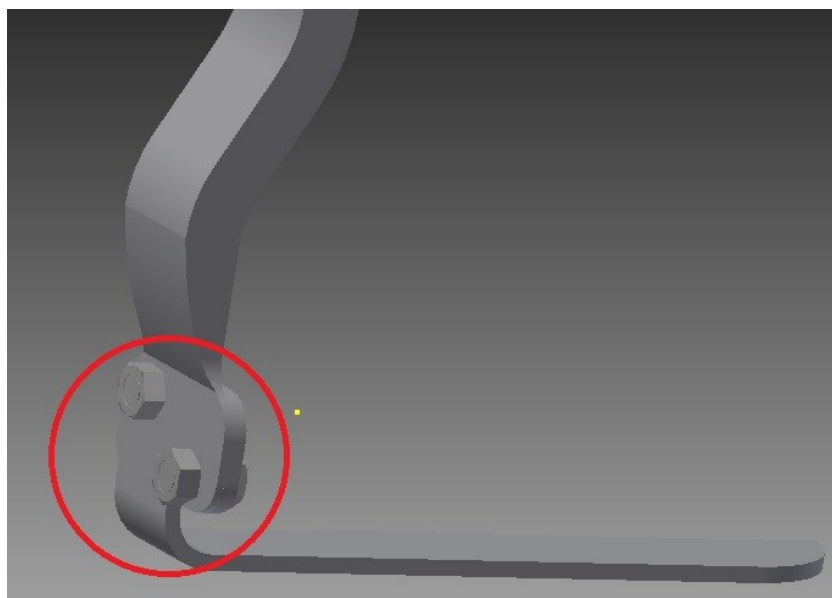
obr. 2.7 – druhý kontrolovaný svar

2.4 Nože

Nože jsou složeny ze dvou částí, které jsou k sobě připevněny šrouby, které budeme kontrolovat na stříh a otláčení (obr. 2.8), detail kontrolovaného místa (obr. 2.9).



obr. 2.8 – nože



Obr. 2.9 – kontrolované místo na stříh a otláčení

3 Výpočty

3.1 Výpočet síly F

Pro výpočet síly F (3.1) jsem musel udělat experiment, kterým jsem zjistil zatěžující hmotnost sedláka na ruční kultivátor (obr. 3.1) a (obr. 3.2). Výsledná hmotnost byla mezi 25kg – 30kg, tak jsem zvolil 30kg.

$$F = m * g \quad (3.1)$$

$$F = 30 * 9,81 = 294,3 \text{ N}$$



obr. 3.1 – působící hmotnost na kultivátor

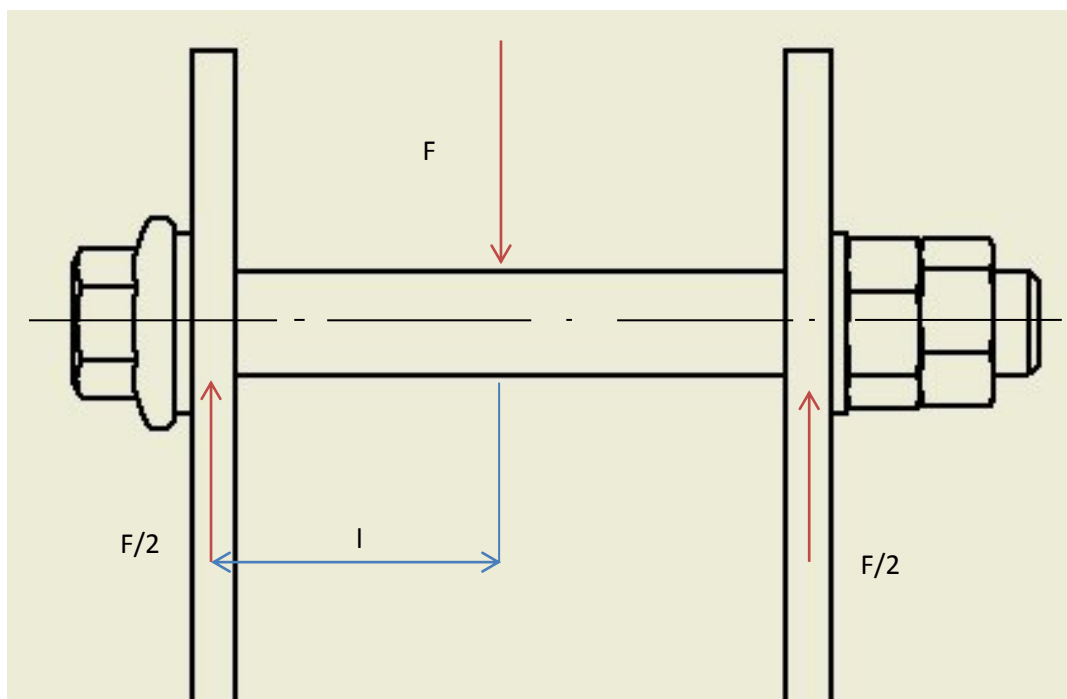


obr. 3.2 – naměřená hmotnost při experimentu

Na vypočtenou sílu budeme dimenzovat všechny výpočty.

3.2 Výpočet hřídele (šroubu)

Nejprve jsme provedli výpočet šroubu na ohyb podle vzorce (3.2), ke kterému jsme museli nejprve vypočítat vedlejší výpočty a to ohybový moment (3.3) a modul průřezu v ohybu (3.4), který je znázorněn na obr. 3.3. Dovolené napětí je rovno 175 MPa. Dovolené napětí jsme zvolili ze strojnických tabulek pro materiál 11 600 [4].



obr. 3.3 – namáhaný šroub na ohyb

$$\sigma_o = \frac{M_o}{W_o} \leq \sigma_{Do} \quad (3.2)$$

$$\sigma_o = \frac{9417,6}{169,6} = 55,5 \text{ MPa}$$

$$55,5 \leq 175 - \text{vyhovuje}$$

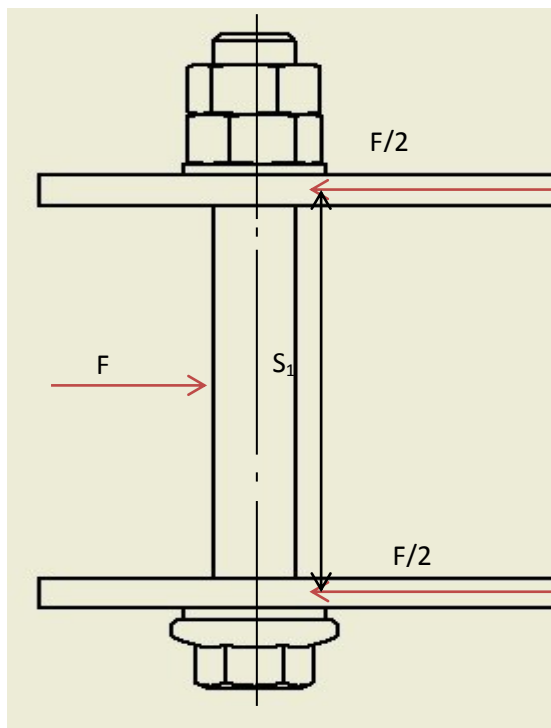
$$M_o = F * l \quad (3.3)$$

$$M_o = 294,3 * 32 = 9417,6 \text{ N} * \text{mm}$$

$$W_o = \frac{\pi}{32} * d^3 \quad (3.4)$$

$$W_o = \frac{\pi}{32} * 12^3 = 169,6 \text{ mm}^3$$

Nyní vypočteme otláčení šroubu (obr. 3.4) kde jsme si zvolili dovolený tlak 160 MPa z tabulek pro ocel 11 600 [4]. Postupujeme podle vzorce na otláčení (3.5).



Obr. 3.4 – otláčení šroubu

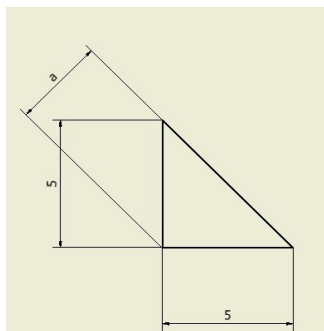
$$p = \frac{F}{i * s_1 * d} \leq p_d \quad (3.5)$$

$$p = \frac{294,3}{1 * 64 * 12} = 0,38 \text{ MPa}$$

$$0,38 \leq 160 - \text{vyhovuje}$$

3.3 Výpočet svarových spojů

Materiál rámu je 11 423, kde dovolené napětí ve smyku je 95 MPa [4]. Pro výpočet svaru si potřebujeme nejdříve vypočítat účinnou tloušťku koutového svaru (obr. 3.5), ze vztahu (3.6), následně vypočítáme daný svar (3.7), (obr. 3.6). Kde konstanta k_3 zvolena [3].

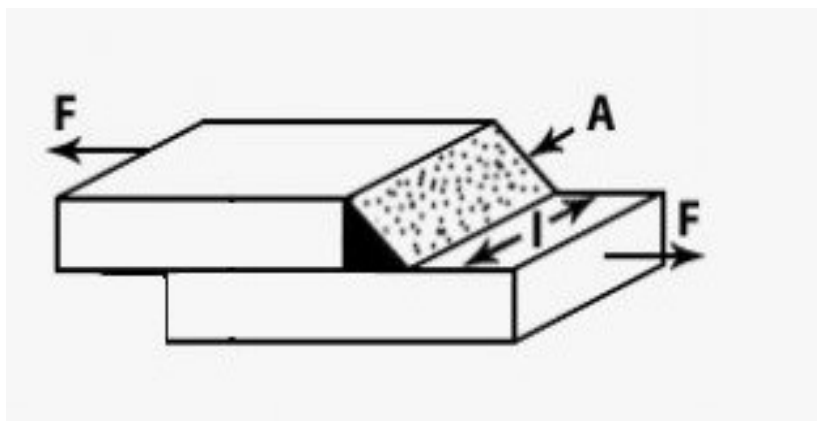


Obr. 3.5 – účinná tloušťka koutového svaru a

$$a = \frac{\sqrt{2}}{2} * t = 0,7 * t \quad (3.6)$$

$$a = \frac{\sqrt{2}}{2} * 5 = 0,7 * 5 = 3,5 \text{ mm}$$

Nyní zkontrolujeme čelní koutový svar



Obr. 3.6 – koutový svar čelní

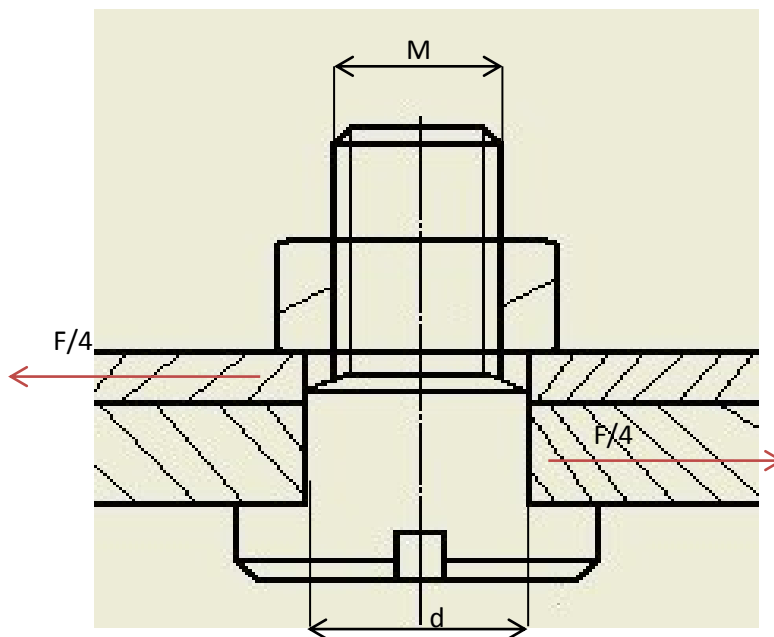
$$\tau_{svaru} = \frac{\frac{F}{4}}{a * l} \leq \tau_{Dsvaru} * k_3 \quad (3.7)$$

$$\tau_{svaru} = \frac{73,575}{3,5 * 25} \leq 95 * 0,75$$

$$\tau_{svaru} = 0,84 \text{ MPa} \leq 71,25 \text{ MPa} - \text{vyhovuje}$$

3.4 Výpočet šroubového spoje – u nožů

Spoj budeme počítat na smyk a otláčení pro jeden osazený šroub (obr. 3.7). Podle vztahu (3.8), ve vzorci musíme vypočítat ještě obsah podle (3.9). Dovolené napětí pro ocel 11 600, které se rovná 130 MPa jsme volili z tabulek [4].



obr. 3.7 – namáhaný šroub na střih

$$\tau_s = \frac{\frac{F}{4}}{S} = \frac{\frac{F}{4}}{\frac{\pi \cdot d^2}{4}} \leq \tau_{Ds} \quad (3.8)$$

$$\tau_s = \frac{\frac{73,575}{4}}{\frac{\pi \cdot 8^2}{4}} = 1,46 \text{ MPa}$$

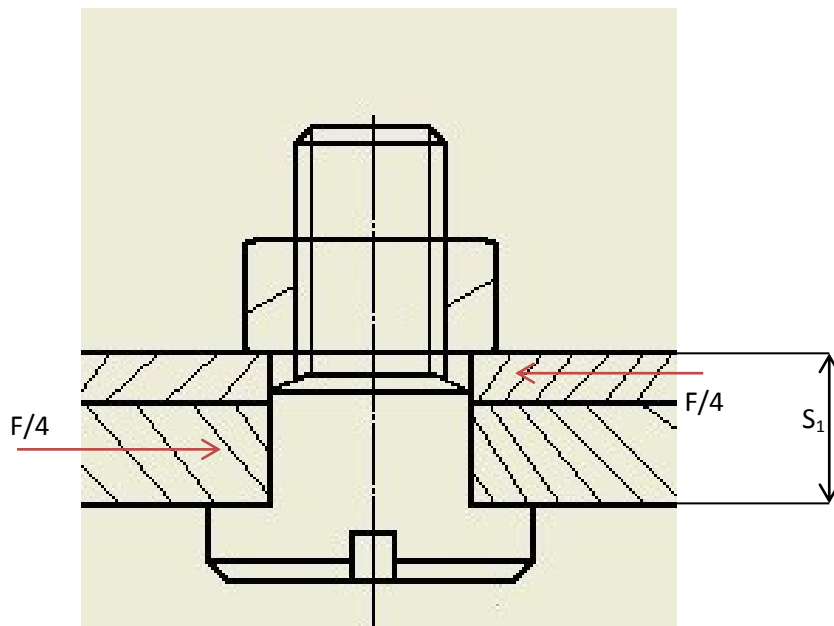
$1,46 \leq 130$ – vyhovuje

Vypočet obsahu

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \quad (3.9)$$

$$S = \frac{\pi \cdot 8^2}{4} = 50,27 \text{ mm}^2$$

Nyní vypočteme otláčení šroubu (obr. 3.8) kde jsme si zvolili dovolený tlak 160 MPa z tabulek pro ocel 11 600 [4]. Postupujeme podle vzorce na otláčení (3.10).



Obr 3.8 – šroub namáhaný na otláčení

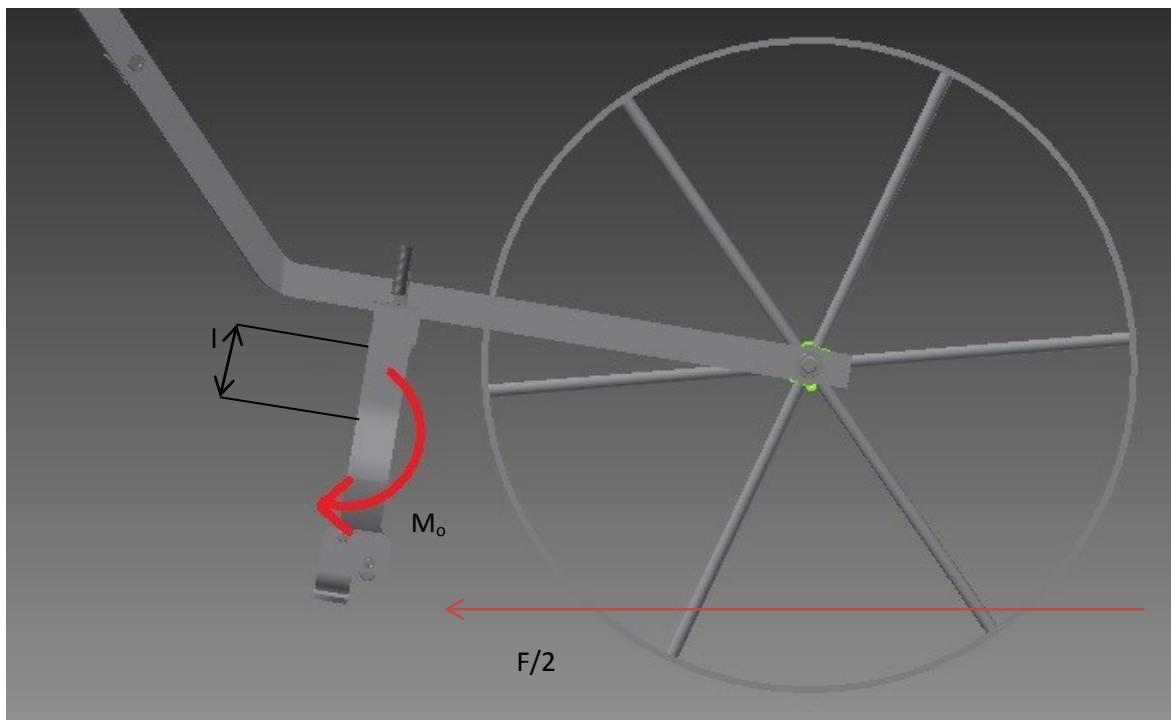
$$p = \frac{F}{i \cdot s_1 \cdot d} \leq p_d \quad (3.10)$$

$$p = \frac{73,575}{1 \cdot 6 \cdot 8} = 1,53 \text{ MPa}$$

$$1,53 \leq 160 - \text{vyhovuje}$$

3.5 Výpočet ohybového momentu nožových držáků

Zde musíme zkontrolovat, jestli nožové držáky zvládnou nápor na ohyb a neohnou se při kultivaci půdy (obr. 3.9). Provedeme výpočet nožového držáku na ohyb podle vzorce (3.11), ke kterému nejprve vypočítáme vedlejší výpočty a to ohybový moment (3.12) a modul průřezu v ohybu (3.13). Dovolené napětí je rovno 125 MPa. Dovolené napětí jsme zvolili ze strojnických tabulek pro materiál 13 423 [4]. Působící síly při ohybu obr. 3.9.



obr. 3.9 – působící síla a ohybový moment na jeden nožový držák

$$\sigma_o = \frac{M_o}{W_{oy}} \leq \sigma_{Do} \quad (3.11)$$

$$\sigma_o = \frac{13\,832,1}{1280} = 10,8 \text{ MPa}$$

$$10,8 \leq 125 - \text{vyhovuje}$$

(3.12)

$$M_o = 147,15 \cdot 94 = 13\,832,1 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$W_{oy} = \frac{h \cdot b^2}{12} \quad (3.13)$$

$$W_o = \frac{30 \cdot 16^2}{12} = 1280 \text{ mm}^3$$

3.5 Výpočet vzpěru

Nyní zkontrolujeme kultivátor na vzpěr, přičemž materiál je 11 423 (Re=230 MPa) = σ_{KD} ,

$\sigma_u = 70 \text{ MPa}$ [4]. Kontrolujeme zde vzpěr v pružné oblasti materiálu podle Eulera.

Kontrola na vzpěr podle Eulera musí splňovat podmínku (3.14):

$$\lambda_s \geq \lambda_M \quad (3.14)$$

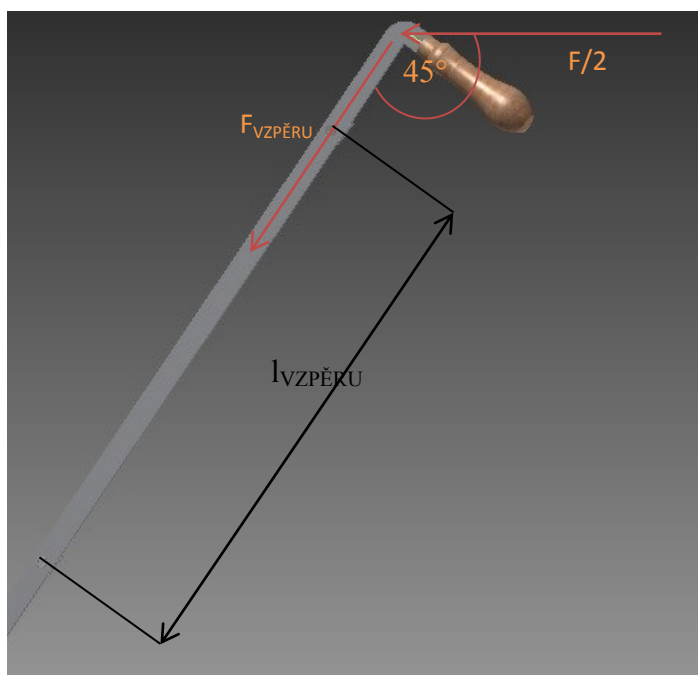
$$392,9 \geq 243,3$$

Štíhlostní poměr šroubu určíme pomocí vztahu (3.15):

$$\lambda_{\xi} = \frac{L_{VZP}}{j_{MIN}} \quad (3.15)$$

$$\lambda_{\xi} = \frac{550}{1,4} = 392,9$$

Kde vzpěrnou délku L_{VZP} určíme podle obrázku (obr. 3.10) a minimální kvadratický průřez jádra prutu je j_{MIN} a ten je určen podle vztahu (3.16).



Obr. 3.10 – vyznačená délka na vzpěr

$$j_{MIN} = \sqrt{\frac{J_{MINy}}{S}} = \sqrt{\frac{\frac{h*b^3}{12}}{h*b}} \quad (3.16)$$

$$j_{MIN} = \sqrt{\frac{260,4}{125}} = \sqrt{\frac{\frac{25*5^3}{12}}{25*5}} = 1,4$$

Mezní štíhlost λ_M závisí na mezi úměrnosti σ_U , modulu pružnosti E materiálu prutu (pro ocel $E = 2,1 \cdot 10^5$ [MPa]) [4] a uložení (uchycení) konců prutu vyjadřované součinitelem n . Pro náš případ jsme zvolili $n=2$ [5] a nyní vypočítáme mezní štíhlost pomocí vztahu (3.17).

$$\lambda_M = \pi * \sqrt{\frac{n*E}{\sigma_U}} \quad (3.17)$$

$$\lambda_M = \pi * \sqrt{\frac{2*2,1*10^5}{70}} = 243,3$$

Dále musíme určit Eulerovou kritickou sílu F_{KR} (tlaková síla na mezi vzpěrné pevnosti) podle vztahu (3.18):

$$F_{KR} = n * \frac{\pi^2 * E * J_{MINy}}{L_{VZP}^2} = n * \frac{\pi^2 * E * \frac{h * b^3}{12}}{L_{VZP}^2} \quad (3.18)$$

$$F_{KR} = 2 * \frac{\pi^2 * 2,1 * 10^5 * 260,4}{550^2} = 2 * \frac{\pi^2 * 2,1 * 10^5 * \frac{25 * b^3}{12}}{550^2} = 3568 \text{ N}$$

Nyní vypočítáme působící vzpěrnou sílu (3.19)

$$F_{VZPĚRU} = \frac{F}{2} * \sin \alpha \quad (3.19)$$

$$F_{VZPĚRU} = \frac{147,15}{2} * \sin 45 = 104 \text{ N}$$

a následně vypočteme vzpěrnou bezpečnost podle Eulera (3.20)

$$k_{EU} = \frac{F_{KR}}{F_{VZPĚRU}} \quad (3.20)$$

$$k_{EU} = \frac{3568}{104} = 34$$

4 Závěr

Cíle uvedené v úvodu jsem splnil a veškeré výpočty vyšly s dostatečnou bezpečností.

Při volbě a návrhu ručního kultivátoru jsem vycházel z předlohy mého po domácku vyrobeného ručního kultivátoru. Kde konstrukci jsem volil obdobnou i nože jsem volil na podobné bázi. Zajištění kola jsem zvolil pomocí kontramatice pro snadné odebrání kola a tudíž lepší skladnost pro přemísťování.(například v autě).

Konstrukci rámu jsem zvolil kombinovanou, kde působí několik svarů a několik šroubů, ale převážně je to svařovaná konstrukce kvůli jednoduché výrobě.

Celý kultivátor je vyroben z polotovarů a součástí podléhajících normě ČSN. Téměř celý ruční kultivátor je navržen z materiálu 13 423 a 11 600.

V této práci jsou přiloženy pouze tři výkresy a to výkres sestavy s kusovníkem, výkres svařence a zadaný výrobní výkres.

Použitá literatura:

- [1] BOLEK, A.; KOCHMAN, J.: Části strojů 1. Praha SNTL, 1990. 775s. ISBN 80-03-00046-7.
- [2] KALÁB Květoslav: Skriptum. Části a mechanismy strojů, 2015 – teorie + projekty.
- [3] DEJL, Zdeněk. Konstrukce strojů a zařízení I: Spojovací části strojů. Návrh, výpočet, Konstrukce. 1. vydání. Ostrava: Montanex a.s., 2000. 225 s. ISBN 80-7225-018-3.
- [4] Leinveber J.: Strojnické tabulky. Scientia, Praha, 1999, ISBN 80-7183-164-6.
- [5] Lenert Jiří: Pružnost a pevnost II, Ostrava 2009, ISBN 978-80-248-1959-4.
- [6] <http://www.svetpostrikovacu.cz/> [online]. [cit. 2015-03-30]
Dostupný z www: < <http://www.svetpostrikovacu.cz/> >
- [7] <http://www.jezirka-zahrada.cz/> [online]. [cit. 2015-03-30]
Dostupný z www: <<http://www.jezirka-zahrada.cz/>>
- [8] <http://dolekop.com/> [online]. [cit. 2015-03-30]
Dostupný z www: < <http://dolekop.com/> >
- [9] <http://foto.mybazar.sk/> [online]. [cit. 2015-03-30]
Dostupný z www: < <http://foto.mybazar.sk/> >
- [10] <http://dom.bazos.sk/> [online]. [cit. 2015-03-30]
Dostupný z www: < <http://dom.bazos.sk/> >
- [11] <http://www.equichannel.cz/> [online]. [cit. 2015-03-30]
Dostupný z www: < <http://www.equichannel.cz/> >
- [12] <https://www.lehmans.com/> [online]. [cit. 2015-05-11]
Dostupný z www: < <https://www.lehmans.com/> >
- [13] <http://www.ruralking.com/> [online]. [cit. 2015-05-11]
Dostupný z www: <http://www.ruralking.com/> >